ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1940.

PRÉSIDENCE DE M. HYACINTHE VINCENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les points où une fonction analytique est égale à une fonction algébrique.* Note de M. **PAUL MONTEL**.

1. Soit $F(x, y)$ un polynome en x et y dont le degré m est au moins égal à trois. L'équation

$$F(x, y) \equiv A_0(x)y^m + A_1(x)y^{m-1} + \ldots + A_{m-1}(x)y + A_m(x) = 0 \qquad (m \geq 3)$$

définit une ou plusieurs fonctions algébriques $y(x)$ dont le nombre total des déterminations est supérieur ou égal à trois. Désignons par $f(x)$ une fonction méromorphe dans un domaine (D) et différente de $y(x)$ en tout point de ce domaine. On peut établir le théorème suivant :

Les fonctions $f(x)$, méromorphes et différentes de $y(x)$ en tout point d'un domaine (D), forment une famille normale dans l'intérieur de ce domaine.

Si les fonctions sont holomorphes, il suffit de supposer que m est au moins égal à deux.

On ne peut remplacer dans cette proposition les nombres trois ou deux par des entiers plus petits.

2. *Une fonction méromorphe autour d'un point singulier essentiel isolé prend une infinité de fois les valeurs de toute fonction algébrique admettant au moins trois déterminations.*

Si l'on suppose

$$F(x, y) \equiv (y - a)(y - b)(y - c),$$

a, b, c désignant des constantes différentes, on retrouve le théorème de M. Picard.

Une fonction holomorphe autour d'un point singulier isolé prend une infinité de fois les valeurs de toute fonction algébrique admettant au moins deux déterminations.

3. Une fonction entière, toujours différente d'une fonction algébrique à deux déterminations au moins, se réduit à un polynome. Appelons *polynome exceptionnel* relativement à $F(x, y)$ tout polynome toujours différent de $y(x)$ à distance finie ou coïncidant avec une branche de la fonction algébrique. Pour $m > 2$, il n'existe pas de polynome exceptionnel en général.

Le nombre maximum des polynomes exceptionnels relativement à $F(x, y)$ *est égal à m sauf dans un cas unique où* $F(x, y)$ *est un polynome à coefficients constants par rapport à la variable* $y - P(x)$, $P(x)$ *désignant un polynome. Dans ce dernier cas, tout polynome de la forme* $P(x) + \text{const.}$ *est exceptionnel.*

Soient $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_m$ les degrés des polynomes $A_0(x), A_1(x), \ldots, A_m(x)$. Construisons le polygone de Newton relatif aux points (i, α_i). Le degré de tout polynome exceptionnel est égal à la pente d'un côté de ce polygone.

Nous dirons que $F(x, y)$ est un *polynome ordinaire* ou un *polynome singulier* suivant que ce polynome admet un nombre fini ou nul de polynomes exceptionnels ou qu'il en admet une infinité.

4. Nous pouvons maintenant énoncer une proposition donnant une extension du théorème de Landau.

Soit $f(x)$ *une fonction holomorphe pour* $|x| < R$ *et différente dans ce cercle de la fonction algébrique définie par le polynome* $F(x, y)$:

1° *Si* $F(x, y)$ *est un polynome ordinaire et si* $f(0) = a_0$ *a une valeur fixe différente des coefficients constants des polynomes exceptionnels, les nombres* R *ont une limite supérieure finie* $R_0(a_0)$ *qui ne dépend que de* a_0.

2° *Si* $F(x, y)$ *est un polynome singulier et si* $f(0) = a_0$ *et* $f'(0) = a_1$ *sont des nombres fixes dont le second est différent de la valeur* $P'(0)$ *relative aux polynomes exceptionnels* $P(x) + \text{const.}$, *les nombres* R *ont une limite supérieure finie* $R_0(a_0, a_1)$ *qui ne dépend que de* a_0 *et* a_1.

Dans certains cas, on peut laisser arbitraires a_0 et a_1; R_0 est alors une constante ne dépendant que de $F(x, y)$.

Au nombre R_0 correspond toujours au moins une fonction $f_0(x)$, appartenant à la famille $f(x)$, qui cesse d'être holomorphe pour $|x| = R_0$ ou est égale à la fonction algébrique en un point au moins de cette circonférence.

Si $F(x, y)$ se réduit au polynome singulier $(y - a)(y - b)$, a et b

désignant deux constantes différentes, on prendra a_0 et a_1 fixes et $a_1 \neq 0$. C'est le théorème classique.

Si $F(x, y)$ se réduit à $y^2 - x$, il n'y a pas de polynome exceptionnel; il suffit de donner à a_0 une valeur fixe arbitraire.

Si $F(x, y)$ se réduit à $xy^2 - x^2 - 1$, tous les coefficients de $f(x)$ peuvent varier; R_0 est une constante numérique.

Enfin, dans le second cas, le théorème demeure exact en remplaçant a_1 par $a_p (p > 1)$, le nombre fixe a_p étant différent de la valeur $P^{(p)}(0)/p!$. Dans ce même cas, on peut aussi laisser fixes les valeurs de $f(x)$ en deux points fixes x_1 et x_2 pourvu que l'on ait

$$f(x_1) - f(x_2) \neq P(x_1) - P(x_2).$$

5. *Les fonctions $f(x)$, holomorphes dans le cercle-unité, prenant à l'origine une valeur fixe ou bornée et différentes d'une fonction algébrique à deux déterminations au moins, sont uniformément bornées dans tout cercle intérieur.*

C'est une extension du théorème de Schottky.

6. Les seules fonctions méromorphes dans le plan ouvert et toujours différentes d'une fonction algébrique à trois déterminations au moins sont des fractions rationnelles. Appelons *fraction rationnelle exceptionnelle* relativement à $F(x, y)$, une fraction possédant cette propriété ou confondue avec une branche de la fonction algébrique définie par $F(x, y)$. Il peut exister un nombre fini ou nul ou une infinité de telles fractions. $F(x, y)$ sera encore appelé polynome ordinaire dans le premier cas et polynome singulier dans le second.

On peut établir les propositions suivantes :

Soit $f(x)$ une fonction méromorphe pour $|x| < R$ et différente d'une fonction algébrique à trois déterminations au moins définie par le polynome $F(x, y)$:

1° *Si $F(x, y)$ est un polynome ordinaire et si $f(0) = a_0$ est un nombre fixe différent des valeurs à l'origine des fractions exceptionnelles, les nombres R ont une limite supérieure finie $R_0(a_0)$ qui ne dépend que de a_0.*

2° *Si $F(x, y)$ est un polynome singulier et si $f(0) = a_0$, $f'(0) = a_1$ sont des nombres fixes dont le second est différent des valeurs à l'origine des dérivées premières des fractions exceptionnelles, les nombres R ont une limite supérieure finie $R_0(a_0, a_1)$ qui ne dépend que de a_0 et a_1.*

Il existe une fonction méromorphe au moins $f_0(x)$ appartenant à la famille $f(x)$ qui cesse d'être méromorphe pour $|x| = R_0$ ou est égale à la fonction algébrique en un point de cette circonférence.

Lorsque $m \geqq 3$, les degrés des fractions exceptionnelles sont bornés. Au lieu de fixer a_1 ou a_p, on peut fixer la valeur non nulle du module d'un déterminant de la forme

$$\begin{vmatrix} a_p & a_{p+1} & \dots & a_{p+q} \\ a_{p+1} & a_{p+2} & \dots & a_{p+q+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{p+q} & a_{p+q+1} & \dots & a_{p+2q} \end{vmatrix}$$

p et q désignant des entiers fixes dont le second est assez grand.

7. *Soit $f(x)$ une fonction méromorphe dans le cercle-unité, prenant au centre une valeur a_0 fixe ou bornée et différente d'une fonction algébrique à trois déterminations au moins. Il existe un nombre $\rho \leqq 1$ tel que toutes les fonctions $f(x)$ soient holomorphes pour $|x| < \rho$. Ces fonctions sont uniformément bornées dans tout cercle concentrique de rayon inférieur à ρ.*

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie du tétraèdre.* Note de M. **Paul Delens**, transmise par M. Élie Cartan.

Soient un tétraèdre $\mathfrak{T} \equiv ABCD$ et un quadruple hyperboloïdique de droites JM_J ($J = A, B, C, D$) issues des sommets J de $\mathfrak{T}$, dont les points M_J sont les traces sur les faces opposées. Ce quadruple détermine une quadrique φ circonscrite à $\mathfrak{T}$ *et une quadrique* P′ *inscrite, les points de contact étant les* M_J.

Les équations, ponctuelle de φ, tangentielle de P′, étant écrites dans les systèmes correspondants de coordonnées tétraédriques x_J, u_J, on établit (et les démonstrations seront publiées dans un autre Recueil) qu'il est possible de ramener *simultanément* les matrices des polarités φ et P′ aux formes caractéristiques respectives

$$\begin{Vmatrix} 0 & m_3 & m_2 & m_1 \\ m_3 & 0 & m_1 & m_2 \\ m_2 & m_1 & 0 & m_3 \\ m_1 & m_2 & m_3 & 0 \end{Vmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{Vmatrix} 0 & \xi_3 & \xi_2 & \xi_1 \\ \xi_3 & 0 & \xi_1 & \xi_2 \\ \xi_2 & \xi_1 & 0 & \xi_3 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & 0 \end{Vmatrix},$$

par le passage à un système privilégié de coordonnées *principales* X_J, U_J. Les quadriques φ et P′ sont ainsi incorporées aux réseaux linéaires, ponctuel $\{\chi\}$ et tangentiel $\{Q'\}$, de quadriques conservées par les

inversions tétraédriques entre points ou plans, $X_J X'_J =$ const. pour $\{\chi\}$, $U_J U'_J =$ const. pour $\{Q'\}$.

Le quadruple hyperboloïdique de droites $J\overline{M_J}$, complémentaire du premier sur la quadrique φ, détermine encore avec celui-ci un quadruple hyperboloïdique de droites $M_J\overline{M_J}$ situées dans les faces de $\mathfrak{T}$. Les ternes de valeurs ξ_i et m_i ($i = 1, 2, 3$) convenablement ordonnées d'après les tableaux précédents sont, dans chaque face de $\mathfrak{T}$, des systèmes de coordonnées principales des points M_J et des droites $M_J\overline{M_J}$.

J'ai été conduit à ces résultats par mes études antérieures sur la géométrie du tétraèdre et une remarque à ce sujet de M. V. Thébault (*Mathesis*, 54, 1940, p. 95). Il y s'agissait d'abord de coordonnées principales *métriques*, mais la théorie projective que je viens d'esquisser a les mêmes bases que dans ce cas particulier et conduit, semble-t-il, à un principe général de coordination des propriétés du tétraèdre. Elle rattache au système de coordonnées convenable, à ses point et plan-unité, des quadruples de points ou de droites du tétraèdre, ainsi *solidaires* par situation hyperboloïdique, permettant une liaison nouvelle entre les géométries du triangle et du tétraèdre.

Cette liaison est facilitée par la représentation des quadruples précédents de points ou de droites par un point (ξ) ou une droite (m) d'un triangle associé au tétraèdre; on y suit facilement, à l'aide des inversions triangulaires, les chaînes de quadruples hyperboloïdiques qui découlent de la situation indiquée des quadriques φ et P', ou de la situation dualistique. En effet, la droite (m) représente encore φ ou la conique, circonscrite au triangle associé, qui lui correspond; le point (ξ) représente P' ou une conique inscrite correspondante; et l'incidence du point (ξ) et de la droite (m) traduit l'apolarité des quadriques ou coniques précédentes. Sans doute cette représentation permettra-t-elle aussi le choix des grandeurs fondamentales du tétraèdre à attacher au système de coordonnées adopté, comme je l'ai fait dans le cas des coordonnées principales métriques.

ÉLASTICITÉ. — *Milieux homogènes isotropes en rotation uniforme autour d'un axe et dans lesquels il n'existe pas de tension sur des sections orthogonales à cet axe. Problème de la meule.* Note [1] de M. **Charles Platrier**.

Je me propose, avec les mêmes notations que dans une Note antérieure [2], d'étudier ici l'équilibre relatif des mêmes milieux animés d'une

---

[1] Séance du 9 septembre 1940.

[2] *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 177.

rotation autour d'un axe Oz perpendiculaire aux sections planes sur lesquelles il n'existe pas de tension.

Soient ρ la densité du milieu et ω la rotation uniforme; je cherche une solution telle que $T_1 = T_2 = N_3 = 0$, d'où N_1, N_2, $N = N_1 + N_2$ et T_3 doivent satisfaire aux huit équations indéfinies

$$\frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial T_3}{\partial y} + \rho\omega^2 x = 0,$$

$$\frac{\partial T_3}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} + \rho\omega^2 y = 0,$$

$$\Delta N_1 + \frac{2(\lambda+\mu)}{3\lambda+2\mu}\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{2(\lambda+\mu)}{\lambda+2\mu} 2\rho\omega^2 = 0,$$

$$\Delta N_2 + \frac{2(\lambda+\mu)}{3\lambda+2\mu}\frac{\partial^2 N}{\partial y^2} + \frac{\lambda}{\lambda+2\mu} 2\rho\omega^2 = 0,$$

$$\frac{2(\lambda+\mu)}{3\lambda+2\mu}\frac{\partial^2 N}{\partial z^2} + \frac{\lambda}{\lambda+2\mu} 2\rho\omega^2 = 0,$$

$$\frac{\partial^2 N}{\partial z\,\partial y} = \frac{\partial^2 N}{\partial z\,\partial x} = 0,$$

$$\Delta T_3 + \frac{2(\lambda+\mu)}{3\lambda+2\mu}\frac{\partial^2 N}{\partial y\,\partial x} = 0.$$

En résolvant ce système d'équations, par une méthode déjà exposée dans la Note précitée, on trouve que, H étant la fonction de x, y, z,

$$H(x, y, z) = f(x, y) + z\,a(x, y) - \frac{\lambda}{3\lambda+2\mu} b(x, y)\frac{z^2}{2} - 2\rho\omega^2\frac{\lambda}{\lambda+2\mu}\frac{z^2(x^2+y^2)}{4}$$

et a, b, f trois fonctions de x et y satisfaisant aux relations

$$\Delta' a = 0, \qquad \Delta' b + \frac{3\lambda+2\mu}{2(\lambda+\mu)} 2\rho\omega^2 = 0, \qquad \Delta' f = b + 2\rho\omega^2\frac{x^2+y^2}{2},$$

N_1, N_2 et T_3 sont définis par

$$N_1 = \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + hz - \rho\omega^2\frac{x^2+y^2}{2}, \qquad N_2 = \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + hz - \rho\omega^2\frac{x^2+y^2}{2}, \qquad T_3 = -\frac{\partial^2 H}{\partial x\,\partial y},$$

h étant une constante arbitraire et a, b, f déterminés à trois fonctions harmoniques arbitraires près.

Comme application, considérons une double couche cylindrique comprise entre les cylindres $r = r_0$, $r = r_1$ avec $r^2 = x^2 + y^2$ et choisissons pour

résoudre cette question

$$a = 0, \qquad b = \mathrm{B}\log\frac{1}{r} + 2\mathrm{C} - 2\rho\omega^2\frac{3\lambda+2\mu}{2(\lambda+\mu)}\frac{r^2}{4},$$

$$f = \mathrm{B}\frac{r^2}{4}\left(1+\log\frac{1}{r}\right) + \mathrm{C}\frac{r^2}{4} + \mathrm{D}\log\frac{1}{r} + 2\rho\omega^2\frac{r^4}{4\times 16}\frac{\lambda+2\mu}{2(\lambda+\mu)}$$

(B, C, D constantes).

La tension sur une surface $x^2+y^2=r^2$ en un point (r, z) est

$$\mathcal{N}_1(r, z) = \frac{1}{r}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial r} - \rho\omega^2\frac{r^2}{2} \qquad \text{(en choisissant } h = 0\text{)}.$$

Faisons en sorte que, sur la surface $r = r_1 > r_0$, la tension soit nulle en tout point, comme sur les bases sections droites de la double couche; il faut et il suffit pour cela que $\mathcal{N}_1(r_1, z) \equiv 0$, ce qui donne notamment

$$\mathrm{B} = \rho\omega^2 r_1^2\frac{\lambda(3\lambda+2\mu)}{(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)},$$

car en développant $\mathcal{N}_1(r, z)$ on obtient

$$\mathcal{N}_1(r, z) = \frac{\mathrm{B}}{4}\left(1+2\log\frac{1}{r}\right) + \mathrm{C} - \frac{\mathrm{D}}{r^2} + 2\rho\omega^2\frac{r^2}{4}\left(\frac{(\lambda+2\mu)}{8(\lambda+\mu)} - 1\right)$$
$$+ \frac{z^2}{2}\left(\frac{\lambda}{3\lambda+2\mu}\frac{\mathrm{B}}{r^2} + 2\rho\omega^2\frac{\lambda(3\lambda+2\mu)}{4(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)}\right),$$

on peut alors déterminer C et D par les conditions

$$\mathcal{N}_1(r_1, z) = 0,$$
$$\mathcal{N}_1(r_0, z) = -\mathrm{P}_0 + \frac{z^2}{2}\frac{\lambda^2}{(\lambda+\mu)(\lambda+2\mu)}\rho\omega^2\left(\frac{r_1^2}{r_0^2} - 1\right),$$

où P_0 arbitraire.

Le problème ainsi traité est celui d'une meule creuse tournant avec la vitesse de rotation constante ω et emmanchée sur un arbre de rotation qui exercerait à l'intérieur la pression $\mathcal{N}_1(r_0\ z)$, le plan des xy étant la section droite moyenne de la meule. Si l'on admet que le frottement, sur la meule, de l'arbre sur lequel celle-ci est emmanchée est très faible (ce qui a généralement lieu quand le couple nécessaire pour entretenir la rotation est petit), les formules ainsi obtenues donnent une assez exacte solution du problème d'équilibre relatif de la meule creuse, surtout si celle-ci est peu épaisse (z petit) et la pression de serrage P_0 suffisamment élevée.

Cette solution est préférable à la solution approchée du problème de la

meule creuse que j'avais donnée en 1919 ([3]), solution reprise depuis par M. Lecornu, qui avait donné antérieurement une solution approchée du problème de la meule pleine.

SPECTROSCOPIE. — *Coefficients d'absorption de l'ozone dans la région* 2000-2200 Å. Note ([1]) de Mme **Arlette Vassy**, transmise par M. Charles Fabry.

J'ai indiqué ([2]) la nécessité, en vue d'interpréter diverses mesures de physique atmosphérique, de disposer d'une série homogène de coefficients dans différentes régions spectrales. Une première série de résultats a déjà été publiée ([3]); nous nous occuperons ici de la région 2000-2200 Å, qui présente de l'intérêt au double point de vue de la réapparition du spectre solaire dans cette région et des phénomènes d'ionisation dans la haute atmosphère.

Comme dans l'étude précédente, les coefficients sont déterminés en valeur relative en adoptant pour base les coefficients de Ny Tsi-Zé et Choong Shin-Piaw ([4]) dans les bandes de Huggins. Ces derniers auteurs n'ont pas dépassé 2135 Å du côté des courtes longueurs d'onde; au delà, les seules mesures existantes sont celles de Edg. Meyer ([5]); mais elles présentent dans les bandes de Huggins un écart considérable avec toutes les autres déterminations.

Des phénomènes photochimiques constatés dans des expériences préliminaires nous ont conduit à prohiber le dispositif du tube en croix adopté lors des mesures dans le visible. Le montage était donc le suivant : un tube à hydrogène à fenêtre de fluorine était placé au foyer d'une lentille simple en quartz; le faisceau traversait ensuite le tube d'absorption, de 10^{cm} de long, fermé par deux glaces de quartz; une lentille identique à la première concentrait la lumière sur la fente d'un petit spectrographe à optique de quartz. Les plaques photographiques utilisées étaient des

---

([3]) *Comptes rendus*, **169**, 1919, p. 169.

([1]) Séance du 2 septembre 1940.
([2]) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1413.
([3]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1638.
([4]) *Chinese Jour. Physics*, **1**, 1931, p. 1.
([5]) *Ann. der Physik*, **12**, 1903, p. 849.

plaques spéciales pour l'ultraviolet lointain, Ilford Q_1. La distance focale adoptée pour le montage était celle correspondant à la longueur d'onde 2100 Å. Une focalisation rigoureuse dans cette région permettait, en défavorisant les plus grandes longueurs d'onde, d'égaliser le noircissement du spectre obtenu pour l'étendue spectrale comprise entre 2000 et 3500 Å; ainsi le même spectre permettait de mesurer la densité optique à la fois dans la région à étudier et dans la région des bandes de Huggins, car, par une circonstance heureuse, les coefficients d'absorption de l'ozone ont des valeurs comparables pour les deux régions. Les mesures photométriques dans les bandes de Huggins donnaient l'épaisseur d'ozone traversée en centimètres; de la densité optique mesurée pour les longueurs d'onde de l'intervalle à étudier, on pouvait ensuite déduire le coefficient d'absorption.

On pourrait penser que la défocalisation du faisceau pour les grandes longueurs d'onde introduit une erreur dans la mesure de l'épaisseur d'ozone : un calcul facile montre que cette dernière est négligeable.

Les mesures ont porté sur diverses épaisseurs d'ozone comprises entre $0^{cm},35$ et $0^{cm},72$. Comme on opérait sur des mélanges oxygène-ozone, et que les spectres de gradation étaient pris avec le tube plein d'oxygène, on s'est assuré que la part d'absorption due à l'oxygène était la même dans les deux cas.

Les résultats obtenus sont contenus dans le tableau suivant (le coefficient d'absorption est défini par la formule classique $I = I_0\, 10^{-\alpha l}$, l étant exprimé en centimètres).

λ............	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090
α............	5,65	5,95	6,25	6,6	7,0	7,6	8,1	8,6
λ............	2100	2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170
α............	9,3	10,0	10,8	11,6	12,6	13,9	15,7	18,0

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la scission symétrique du phénanthrène et de ses dérivés.* Note de M. **André Léopold**, présentée par M. Marcel Delépine.

La scission du phénanthrène et de ses dérivés en dégradant, des trois noyaux benzéniques, un des latéraux, est connue, mais l'étude de leur scission symétrique obtenue entre la double liaison 9 et 10 n'a pas été approfondie.

Pour l'exécution de cette étude, nous avons préparé le phénanthrène pur par une méthode nouvelle, car les purifications par solvants tels que alcool, toluène etc., ne nous ont pas donné satisfaction. Cette méthode consiste en une hydrogénation sélective dans des conditions telles que le phénanthrène ne soit pas attaqué; par contre, seules les impuretés qui sont contenues dans le phénanthrène technique se trouvent touchées. Nous avons dissous le phénanthrène technique dans l'alcool éthylique 1 : 8, et hydrogéné entre 100 et 110^{atm} pendant une heure à 200-220° C. en présence de catalyseurs de NiO ou CuCrO. Après avoir éliminé la masse du catalyseur et recristallisé dans l'alcool éthylique le phénanthrène, nous avons obtenu une substance de point de fusion 99-100° C. et un picrate de point de fusion de 143-144° C., de couleur jaune d'or.

Selon N. V. Ipatieff (¹) l'hydrogénation du phénanthrène débuterait comme pour le naphtalène sur les anneaux latéraux.

Nous avons également constaté (²) ce fait au cours de nos travaux précédents. Par contre, selon Schmidt et Metzger (³), l'addition de l'hydrogène se produit sur le noyau du milieu en 9 et 10; ces auteurs se basent sur l'hypothèse de la symétrie, l'ayant vérifiée par bromuration.

Nous voulions d'abord nous rendre compte s'il existait une différence entre les résistances des liaisons doubles et simples du phénanthrène, dans les limites de nos possibilités expérimentales. Nous avons chauffé 200^g de phénanthrène pur pendant 5 heures, à 440°C., en présence d'azote à 290^{atm}. Le phénanthrène n'a subi aucun changement; donc les liaisons ont résisté de la même manière.

Pour faciliter la scission symétrique, nous avons eu l'intention d'ouvrir la double liaison entre 9 et 10 pour obtenir une simple liaison en produisant du dihydrophénanthrène.

Nous avons exécuté 11 expériences, avec les catalyseurs NiO, MoS^2, Cr^2O^3, Al^2O^3, V^2O^3 à des pressions de 180-200^{atm} et allant de 300 à 500°C.

Nous avons constaté que, d'abord, l'hydrogénation se produit sur tous les noyaux, et la scission est obtenue seulement après cette hydrogénation totale, comme la présence de la décaline le prouve.

Nous n'avons pas réussi à isoler le dihydrophénanthrène 9-10, car non seulement l'hydrogénation totale se produit en premier lieu, mais les conditions de la production

(¹) *Catalytic reactions at high presures and temperatures*, 1926, p. 221.
(²) A. Léopold, *Ann. de l'Off. Nat. Comb. liquides*, 13, 1938, p. 642-657.
(³) *Berichte d. d. Chem. Ges.*, 40, 1907, p. 4240-45.

du dihydro, tétrahydrophénanthrène, etc. sont si proches l'une de l'autre, qu'il nous était impossible de les obtenir.

Pour éviter cet inconvénient, nous avons voulu obtenir la simple liaison en 9-10 en produisant la quinone.

Nous avons exécuté l'hydrogénation de la phénanthrène-quinone, avec des mélanges de gaz, 20 % d'hydrogène et 80 % d'azote, 20 % d'azote et 80 % d'hydrogène et hydrogène pur, à des pressions de 180 à 200^{atm} et à 500°C. en présence du catalyseur à base de sulfure de molybdène. Dans les deux premières expériences, nous avons obtenu des produits de condensation et de l'eau; dans le troisième, de l'eau et du phénanthrène.

Le but n'était donc pas atteint et nous pouvons en conclure que la formation d'une simple liaison ne suffit pas, et il faut orienter vers l'étude d'une combinaison où la double liaison soit ouverte entre 9 et 10, c'est-à-dire l'acide diphényldicarbonique α, α'.

Nous avons déterminé, avec cet acide, selon notre méthode d'étude [4] la courbe thermique de l'évolution jusqu'à 500° C. avec une pression de début de 60^{atm} d'hydrogène en présence de 5 % de catalyseur CuO et Al^2O^3. Nous avons constaté qu'il existait trois zones de réaction consécutives, après lesquelles le diagramme ne nous montre plus d'oscillations notables.

Nous avons poursuivi l'étude en nous arrêtant à l'évolution endothermique de la troisième zone de réaction pendant 3 heures, ce qui correspondait aux limites de température de 390-410° C. et à une pression de 180-190^{atm}. Nous avons seulement constaté la production d'eau et de benzène, car ces deux données suffisent pour vérifier le processus en question. Les rendements théoriques calculés de la scission symétrique de l'acide diphényldicarbonique correspondent à 60 % de benzène, 27,6 % d'eau et 12,4 % de méthane.

	Benzène %.	Eau %.	Benzène % du rendement théorique.
I............	54,3	28,0	90,3
II...........	58,8	26,0	93,0
III..........	57,2	26,0	95,3

Nous pouvons en déduire que la scission symétrique s'est produite.

Lorsque des deux liaisons entre 9 et 10 du phénanthrène, une seulement est éliminée par l'addition d'hydrogène, les scissions se produisent après l'hydrogénation totale des anneaux latéraux; si cette élimination se fait

(4) A. Léopold, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 672-674. *Chimie et Industrie*, 43, x, 1940, p. 795-807.

par addition d'oxygène, par l'intermédiaire de la phénanthrène quinone, on obtient d'abord de l'eau et du phénanthrène.

Par contre, lorsque nous ouvrons entre 9 et 10 entièrement la double liaison du phénanthrène, nous obtenons la scission symétrique qui nous a donné le benzène à un rendement pratiquement voisin des possibilités théoriques.

Ainsi, dans ces circonstances, la scission se produit avant l'hydrogénation totale des noyaux benzéniques, contrairement à ce que l'on constate lorsqu'il y a entre 9 et 10 une simple ou double liaison.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mécanisme des attaques sulfurique et phosphorique de l'acide cacodylique.* Note de M. **Georges Petit**, présentée par M. Paul Lebeau.

Déterminant le processus de l'attaque sulfurique des acides monométhyl- et diméthylarsiniques [1], nous avons montré que, pour l'acide monométhylé, en milieu sulfurique et phosphorique concentrés, et dans des conditions bien déterminées, le départ du groupement organique lié à l'arsenic s'effectue sans oxydation et se représente par l'équation

$$(1)\qquad CH^3As\begin{matrix}\nearrow O\\ -OH\\ \searrow OH\end{matrix} + OH^2 = CH^3OH + As(OH)^3$$

ou par une équation analogue

$$(2)\qquad \left[CH^3As\begin{matrix}\nearrow OH\\ -OH\\ \searrow OH\end{matrix}\right]^+ X^- = CH^3X + As(OH)^3,$$

obtenue en généralisant les résultats de Prat [2], c'est-à-dire en considérant les acides arsiniques en solution acide minéral, comme des sels d'hydroxyalcoylarsonium (X étant ici, soit PO^4H^{2-}, soit SO^4H^-).

Il n'en est plus de même dans l'attaque sulfurique de l'acide diméthylé où la coupure s'accompagne toujours d'une oxydation. Ces deux phénomènes ne sont pas dissociables.

Il était intéressant, afin de les séparer et de préciser leur rôle respectif,

---

(1) G. Petit, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 322.
(2) Prat, *Doct. Sc. Phys.*, Paris, 1934.

d'étudier l'action de l'acide phosphorique, acide non oxydant, sur l'acide diméthylarsinique.

Dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placé, nous avons constaté qu'à 320° l'arsenic devient quantitativement trivalent en 15 minutes, mais qu'il reste engagé dans une molécule organique. L'arsine formée est de l'oxyde de méthylarsine, que nous avons isolé et caractérisé.

La réaction peut donc se représenter, en admettant l'hypothèse qui nous a servi à écrire l'équation (2), par la formule

$$(3)\qquad \left[\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]^+ PO^4H^{2-} = PO^4H^2CH^3 + CH^3As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} \quad (^3).$$

Ce résultat nous permet d'expliquer le mécanisme de l'attaque par l'acide sulfurique concentré. Par analogie avec l'action de l'acide phosphorique, il y a, dans une première phase, coupure thermique d'un sulfate d'arsonium

$$(3')\qquad \left[\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right]^+ SO^4H^- = SO^4HCH^3 + CH^3As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} \quad (^3).$$

L'oxyde de méthylarsine ainsi formé est immédiatement oxydé en acide monométhylarsinique (⁴)

$$(4)\qquad CH^3As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} + SO^4H^2 \rightleftharpoons CH^3As\begin{matrix}/\!\!/O\\-OH\\\backslash OH\end{matrix} + SO^2 + OH^2.$$

Ce dernier se dégrade aussitôt suivant le mécanisme déjà étudié [équation (1) ou (2)].

En résumé, l'attaque sulfurique est représentée par la suite des réactions :

1° Coupure thermique d'un sulfate de diméthyldihydroxyarsonium [équation (3')].

(³) Nous avons à dessein, pour la clarté du texte, négligé d'écrire les réactions secondaires donnant naissance aux produits réellement isolés

$$CH^3As\!<\!\!\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix} = CH^3AsO + OH^2,$$

$$CH^3X + OH^2 = CH^3OH + XH \text{ (X étant } SO^4H^- \text{ ou } PO^4H^{2-}).$$

(⁴) G. Petit, *Bull. Soc. Chim.*, 5ᵉ série, 1938, p. 150.

2° Oxydation du tronçon arsenical formé [équation (4)] et formation d'un sel d'arsonium complexe monométhylé.

3° Coupure de ce sel complexe [équation (2)].

La première réaction (3') est la plus lente et règle la vitesse de l'ensemble du phénomène.

GÉOLOGIE. — *Le rôle et l'extension des mouvements orogéniques anté-aptiens dans les Pyrénées de la Basse-Navarre française.* Note de M. **Pierre Lamare**, présentée par M. Charles Jacob.

Les formations infracrétacées de la région Saint-Jean-Pied-de-Port se distinguent de celles de la Navarre espagnole et de la Soule par leur richesse en éléments détritiques de dimensions très variables, souvent considérables. Non seulement abondent les brèches, brèches dont le ciment est tantôt schisteux ou gréseux, tantôt calcaire, mais on observe tous les passages, par enrichissement progressif en matériaux étrangers, entre les calcaires zoogènes (Urgo-Aptien) et les brèches à ciment calcaire, comme aussi entre les schistes ou les grès et les brèches à ciment schisto-gréseux.

Ces brèches sont habituellement polygéniques, mais avec prédominance très nette de tel ou tel élément. Certaines, fort pauvres en ciment, sont formées par une accumulation en vrac de blocs, fragments et graviers de même nature, *empruntés au substratum immédiat.* A ces éléments restés anguleux, ou à peine arrondis, se mêlent, en proportion restreinte, des éléments d'une autre provenance, toujours un peu plus usés, quelquefois même arrondis.

Tel est le cas de la *brèche ophitique* de la gare de Baïgorry, qualifiée de *pépérite* par Termier et de *mylonite* par Viennot. Elle s'adosse à un pointement ophitique, dont la roche devait être déjà fort altérée et en partie transformée en arène lors de la transgression infracrétacée. Mais, si les éléments sont en grande majorité ophitiques, on y rencontre aussi des blocs assez gros de quartzites et schistes paléozoïques, de grès triasiques, de Muschelkalk, de Jurassique, voire même de dépôts contemporains remaniés, comme les calcaires urgo-aptiens.

En suivant la brèche en question vers l'Est, on voit ses constituants essentiels changer lorsque varie le substratum. Ainsi, au hameau d'Oronos, à 1^{km} à l'Est de la gare de Baïgorry, où elle repose transgressivement sur une mylonite à blocs de Trias gréseux et d'ophite empaquetés dans les schistes primaires, les matériaux schisteux et gréseux l'emportent sur les autres. Ailleurs ce seront des dolomies, quand la brèche se superpose à de l'Infralias.

Je pourrais multiplier les exemples obéissant aux changements de nature du substratum : la roche-mère est toujours fort peu éloignée, alors que celle des constituants accessoires est plus lointaine. Il arrive que des brèches à matériaux paléozoïques prédominants se superposent à des brèches à matériaux jurassiques, ce qui implique des variations de courants dans les mers où se formaient les brèches : mais, même en pareil cas, les roches-mères se retrouvent à moins d'un kilomètre de part et d'autre.

Le fait que, sur des espaces si restreints, le Crétacé vienne au contact de terrains aussi divers, morcelés et arasés déjà au point que des masses paléozoïques et triasiques perçaient au sein du Jurassique, montre que *ces terrains avaient subi d'importants plissements avant l'invasion de la mer aptienne. Des dislocations aiguës, des laminages et même des phénomènes de mylonitisation s'étaient produits antérieurement au dépôt des brèches*, incontestablement sédimentaires, dont je viens de décrire les caractères.

Ainsi s'expliquent les anomalies structurales de la Basse-Navarre, et en particulier celles des environs de Jaxu, qui avaient provoqué jadis de vives discussions entre Carez, Fournier, L. Bertrand et P. Viennot. A cet égard les observations à 1km,5 au Sud-Est de Jaxu, sur le tertre qui porte l'église de Bustince, paraissent significatives. Là on voit le calcaire urgo-aptien, pétri d'Orbitolines, reposer en discordance sur une série jurassique peu épaisse, mais complète depuis l'Infralias jusqu'au Lusitanien, et dont certains horizons sont fossilifères. A la base du Crétacé, et dans la partie où celui-ci recouvre directement l'Infralias, s'observe une poche de brèche à matériaux infraliasiques.

A 1km au Nord, où le Crétacé se superpose à du Trias gréseux et à du Dévonien fossilifère, de gros blocs de ces formations s'essaiment dans les schistes.

L'existence de plissements anté-aptiens en Basse-Navarre n'exclut nullement des mouvements entre l'Albien et le Cénomanien. Dans la même région, le Flysch du Crétacé supérieur repose lui-même en discordance sur l'Albien et s'étend souvent plus loin que ce dernier, comme à Bellagorria (2km,5 à l'Ouest de Jaxu), où il recouvre directement des mylonites de Trias et de Paléozoïque. Toutefois, à cet endroit, les mouvements anté-cénomaniens semblent avoir été moins intenses que les mouvements anté-aptiens.

Remarquons par ailleurs que ces derniers sont demeurés très localisés. Dans le sillon subsident nord-pyrénéen comme dans le sillon Elizondo-Leiza en Navarre espagnole, le Crétacé inférieur se révèle concordant avec le Lusitanien : mais, partout, on constate une lacune entre cet étage et le Crétacé.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Potamogétonacées. Développement de l'embryon chez le* Potamogeton natans *L.* Note (¹) de M. **René Souèges**, transmise par M. Pierre-Augustin Dangeard.

A la suite des recherches de Wiegand (²), de Holferty (³) et de Cook (⁴), il y avait lieu de croire que l'on était suffisamment fixé sur le développement de l'embryon des *Potamogeton*. Des lacunes et des incertitudes existaient néanmoins sur le sujet. Il était aisé de s'en rendre compte en comparant les données fournies par les auteurs précités avec les résultats très précis que m'ont permis d'établir, en 1917, mes observations sur le *Sagittaria sagittæfolia* (⁵).

Après séparation de la cellule basale, qui se différencie en une grosse vésicule haustoriale et qui ne prend nulle part à la construction de l'embryon proprement dit, les trois premières divisions de la cellule apicale conduisent à la formation d'une tétrade en T régulière (*fig.* 1 à 4). Les segmentations suivantes, qui ont lieu d'abord dans les deux cellules inférieures superposées, *m* et *ci*, de la tétrade (*fig.* 5 et 6), puis dans deux cellules supérieures juxtaposées (*fig.* 7), font apparaître un proembryon octocellulaire type à quatre étages, *q*, *m*, *n* et *n'* (*fig.* 7) comportant, au sommet, quatre quadrants disposés dans un plan horizontal. Par bipartition des huit éléments de cette forme octocellulaire, se constitue un proembryon à 16 cellules, réparties en six étages, *l*, *l'*, *m*, *n*, *o*, *p* (*fig.* 10).

Les deux étages supérieurs *l* et *l'*, produits par division transversale des quadrants, se segmentent, de façon assez régulière, comme le montrent les figures 11 à 20; ils donnent naissance au cotylédon. Les éléments de l'étage *m* (*fig.* 11 à 15), après avoir pris des cloisons verticales, se partagent transversalement pour donner deux assises cellulaires (*fig.* 16 à 20); les éléments de l'étage *n* arrivent à produire de même deux couches cellulaires très nettes (*fig.* 11 à 20). Les divisions se succèdent ensuite irrégulièrement dans les deux régions, de sorte qu'il devient bientôt impossible de distinguer les éléments produits par *m* de ceux qui tirent origine de *n*. Au moment de la formation de la dépression latérale indiquant la différenciation du cotylédon, les deux régions issues de *m* et de *n* comportent généralement trois à quatre assises cellulaires : la première engendre la partie supérieure de l'hypocotyle, la deuxième la partie inférieure.

(¹) Séance du 26 août 1940.

(²) *Bot. Gazet.*, **25**, 1898, p. 116.

(³) *Bot. Gazet.*, **31**, 1901, p. 339.

(⁴) *Bull. Torr. Bot. Club*, **35**, 1908, p. 209.

(⁵) *Comptes rendus*, **165**, 1917, p. 715 et p. 1014; **166**, 1918, p. 49; *Ann. Sci. nat., Bot.*, 10ᵉ série, **13**, 1931, p. 253.

L'élément *o* (*fig.* 10), après s'être partagé par cloisons méridiennes en quatre cellules circumaxiales, donne un plateau cellulaire comportant des éléments périphériques, d'où tireront origine les assises de la coiffe les plus éloignées du sommet, et quatre nouvelles cellules centrales qui, se cloisonnant transversalement, engendreront,

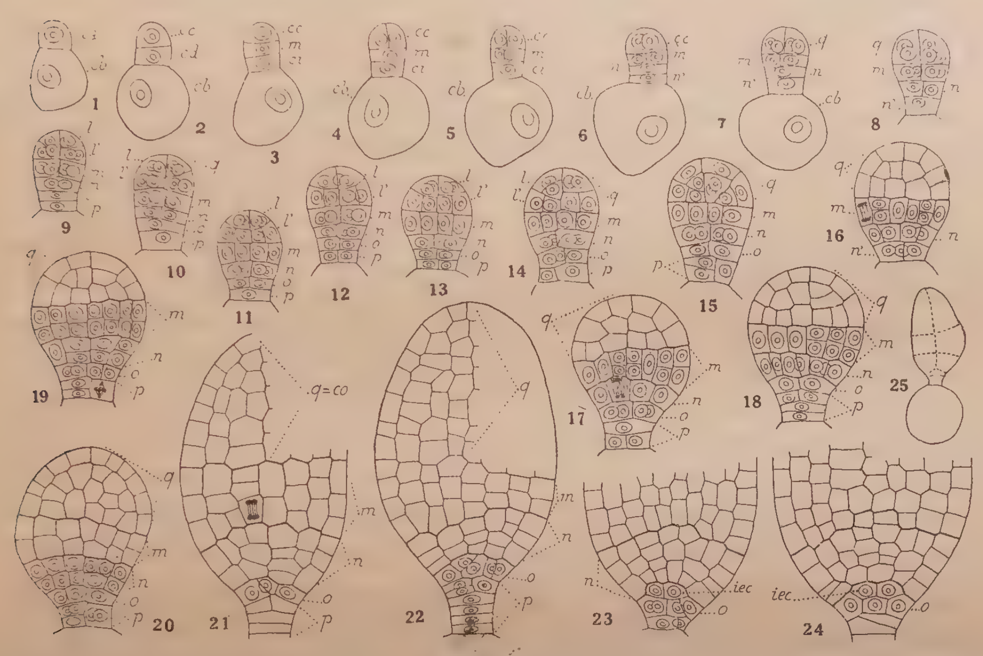


Fig. 1 à 25. — *Potamogeton natans* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *cc* et *cd*, cellules filles superposées de *ca*; *m* et *ci*, cellules-filles de *cd*; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci*; *q*, quadrants; *l* et *l'* octants supérieurs et octants inférieurs; *co*, cotylédon; *iec*, initiales de l'écorce de la racine. En 25, aspect général de l'embryon d'où est tiré le détail de la figure 24. G. = 280; 69, pour 25.

vers le haut, les initiales de l'écorce de la racine, vers le bas, les initiales de la coiffe. L'élément *p* (*fig.* 10) se segmente, tout d'abord, tantôt transversalement (*fig.* 17, 18), tantôt verticalement (*fig.* 12 à 15). Il préside à la construction de la partie culminante de la coiffe et à celle d'un suspenseur très réduit.

Il n'est pas possible, du seul point de vue des lois qui président au développement de l'embryon, de séparer les *Potamogeton* des *Sagittaria*. Les espèces des deux genres appartiennent incontestablement au même type embryonomique. On remarque, cependant, chez le *Potamogeton natans*, un assez grand nombre de formes de construction irrégulière; les lois du développement offrent de toute évidence, chez cette espèce, une certaine instabilité.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Essai de culture du Champignon symbiotique de la Pomme de terre.* Note de M. **Joseph Magrou** et Mme **Madeleine Magrou**, présentée par M. Louis Martin.

L'un de nous a montré, avec J. Costantin et M.-J. Bouget [1], que des plants de Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), provenant de graines ou de tubercules semées ou plantés dans les terres des hauts pâturages pyrénéens, riches en plantes à mycorhizes, contractent la symbiose avec certains des champignons du sol, qui s'associent à leurs racines de manière à former des mycorhizes endotrophes typiques, à arbuscules et à vésicules.

Au cours d'un séjour récent à l'Observatoire du Pic du Midi, à Bagnères-de-Bigorre, nous avons tenté de cultiver l'endophyte de ces mycorhizes, en partant des cultures symbiotiques de M. Bouget, issues de graines ou de tubercules et faites, sans aucune fumure, en terre des hautes prairies de la région. Alors que les mycorhizes font défaut chez la Pomme de terre cultivée dans les champs, elles sont extraordinairement abondantes dans ces conditions particulières de culture. Les racines infestées se reconnaissent extérieurement à une belle teinte jaune, qui s'atténue dans l'eau en quelques heures. L'infestation se limite aux plus fines radicelles qui, surtout chez les plants de semis, sont d'une ténuité extrême. Leur écorce se réduit, en effet, à trois assises cellulaires, l'assise moyenne étant seule occupée par le champignon, qui y forme ses arbuscules et ses vésicules. L'endophyte est exclusivement intracellulaire. Nous n'avons pas retrouvé cette année les mycorhizes à troncs mycéliens intercellulaires que nous avions observées précédemment dans les mêmes stations.

Des coupes longitudinales de racines infestées ont été semées en goutte pendante dans le milieu de culture dont l'un de nous a indiqué le mode de préparation dans une Note antérieure [2]. (Extrait de la terre où se développe la plante, renfermant, pour 10^{cm^3}, 20 gouttes d'extrait aqueux de racines infestées et 3 gouttes de solution d'aneurine à $1\,^0/_{000}$; pH ramené à la valeur 6,6.)

Dans un certain nombre de ces cultures, nous avons vu se développer

---

(1) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1195, et *Ann. Sc. nat. Bot.*, 10e série, **17**, 1935, p. 37.

des filaments mycéliens en continuité certaine avec les hyphes intracellulaires de l'endophyte. Ces filaments, dont la croissance est toujours demeurée discrète, sont dépourvus de cloisons et présentent les caractères morphologiques que l'un de nous a observés dans les cultures d'endophytes d'autres plantes à mycorhizes. Des champignons étrangers, provenant de souillures superficielles, se sont développés plus ou moins abondamment dans un peu moins de la moitié des semis. Enfin, comme il est de règle, la plupart des cultures sont envahies par des bactéries. Le tableau suivant donne les résultats des trois séries d'ensemencements pratiquées respectivement les 22, 23 et 28 août.

Série.	Nombre de cultures.	Développement de l'endophyte.	Développement de champignons étrangers.
22/8 (plants de semis)	36	6	13
23/8 (plants de semis)	19	0	10
28/8 (plants issus de tubercules)	26	3	15
Total	81	9	38

Ce qui donne 11 % de résultats positifs pour l'ensemble des recherches, et 16,6 % pour la série la plus favorable.

On voit par là que l'endophyte du *Solanum tuberosum*, malgré sa localisation exclusivement intracellulaire, est capable d'un début de développement dans le milieu extérieur. Mais, comme il fallait s'y attendre, sa culture est plus difficile encore que celle des endophytes dont les troncs mycéliens principaux sont intercellulaires. Avec l'endophyte de l'*Arum maculatum* (²) et de l'*Orobus tuberosus* (recherches inédites) qui répondent à ce dernier type, on peut obtenir, dans certaines séries d'ensemencements, jusqu'à 88 % et 83,6 % de résultats positifs, et, dans les deux cas, le développement du champignon est relativement exubérant, puisqu'il arrive à couvrir d'un réseau lâche toute la surface circonscrite par l'anneau de la cellule de Van Tieghem.

Il reste donc à découvrir des facteurs capables de stimuler les ébauches de croissance *in vitro* de l'endophyte de la Pomme de terre, décrites ci-dessus. La culture de ce champignon pourrait, en effet, présenter un

(²) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 923.

intérêt pratique si, comme les rendements des plantations symbiotiques du Pic du Midi permettent de le supposer, la symbiose exerce une action favorisante sur la tubérisation.

IMMUNOLOGIE. — *Sur la production accélérée du sérum antivenimeux au moyen de l'anavenin (de* Vipera aspis) *chez le Cheval.* Note de MM. **Gaston Ramon**, **Paul Boquet** et **Louis Nicol**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

En faisant connaître les anatoxines ([1]), nous indiquions que les venins, comme les toxines microbiennes, peuvent être transformés, par l'action combinée du formol et de la chaleur, en antigènes inoffensifs auxquels fut donné le nom d'anavenins. Nous montrions que ces antigènes inoffensifs, qu'il s'agisse d'anatoxines ou d'anavenins, facilitent grandement l'immunisation des animaux ([2]).

Les événements nous ont conduits au cours de ces derniers temps à recourir, pour la production chez le Cheval du sérum antivenimeux (dirigé contre le venin de *Vipera aspis*), aux commodités d'immunisation que fournit l'anavenin spécifique employé selon une méthode analogue à celle que nous avons mise au point en ce qui concerne la production des antitoxines diphtérique et tétanique au moyen des anatoxines correspondantes. On sait que, grâce à ces méthodes, on peut obtenir à l'heure présente, en l'espace de 4 à 5 semaines, des sérums antidiphtériques et antitétaniques très riches en antitoxine spécifique, alors qu'avec les procédés anciens 3 à 6 mois étaient nécessaires pour préparer des sérums de valeur antitoxique beaucoup moindre ([3]).

Des expériences préliminaires effectuées il y a un certain nombre d'années déjà (en 1934) nous avaient permis de poser les bases d'une technique de production accélérée du sérum antivenimeux.

Un Cheval (n° 911) reçoit, en injections sous-cutanées, des doses

---

([1]) G. Ramon, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1338.

([2]) G. Ramon, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1436.

([3]) G. Ramon, *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des Hôpitaux de Paris*. Séance du 31 mars 1939, n° 12, p. 617; G. Ramon et R. Richou, *Revue d'Immunologie*, 5, 1939, p. 419; G. Ramon, E. Lemetayer, R. Richou et L. Nicol, *Revue d'Immunologie*, 5, 1939, p. 405.

progressivement croissantes d'anavenin (solution à 10^{mg} de venin par centimètre cube additionnée de 5^{cm^3} de formol par litre et abandonnée un mois à l'étuve) puis de venin, selon le protocole suivant :

		mg	cm³	
23 août	1934	100	(10)	anavenin
4 septembre		150	(15)	»
13 »		200	(20)	»
19 »		300	(30)	»
26 »		450	(45)	»
3 octobre		550	(55)	»
23 »		100	(10)	venin
31 »		500	(50)	»

Une saignée d'épreuve est pratiquée le 7 novembre, soit 10 semaines après le début de l'immunisation. Le titrage effectué montre que le sérum est capable de neutraliser 2^{mg} de venin, à la dose de 1^{cm^3}. Ce pouvoir antitoxique est suffisant pour l'usage thérapeutique du sérum ainsi préparé.

Modifiant sensiblement la technique adoptée dans l'exemple précédent, nous avons procédé, récemment, à l'immunisation accélérée d'un Cheval (n° 645) destiné à la production du sérum antivenimeux (venin *aspic*). Pour cette immunisation nous avons utilisé des échantillons d'anavenin préparés soit avec 4 °/₀₀ de formol et 20 à 30 jours d'exposition à l'étuve à 40°, soit avec 5 °/₀₀ de formol et un séjour à l'étuve, d'une durée de 10 à 12 jours.

Le protocole d'immunisation employé a été le suivant :

25 avril 1940	100^{mg}	(10^{cm^3})	anavenin
6 mai »	220	(20)	»
10 » »	400	(40)	»
16 » »	600	(60)	»
21 » »	800	(80)	»
25 » »	1000	(100)	»

Le sérum recueilli chez cet animal le 4 juin, soit 40 jours après le début de l'immunisation, neutralise 1^{mg} de venin à la dose de 1^{cm^3} ; il peut être employé dans le traitement de l'envenimation par *Vipera aspis*.

Dans cet exemple un mois d'immunisation au moyen de l'anavenin seul (au total 3100^{mg} en six injections) a suffi pour la production d'un sérum antivenimeux utilisable en thérapeutique.

Nous indiquerons que, ces dernières années encore, il fallait, en

employant le venin non transformé en anavenin, six mois d'immunisation et 25 injections à doses croissantes pour arriver à un résultat analogue.

On peut ainsi mesurer les avantages que présente l'utilisation de l'anavenin dans la production accélérée du sérum antivenimeux, avantages de même ordre que ceux qui résultent de l'emploi des anatoxines pour la production des sérums antidiphtérique et antitétanique, par exemple.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *La glutathionémie post-opératoire.*
Note [1] de Mme S. **Delauney**, présentée par M. Antonin Gosset.

Plusieurs auteurs ayant montré qu'il existe un abaissement notoire du glutathion sanguin au cours d'états pathologiques [2], il nous a paru intéressant de rechercher la variation de cet élément après intervention chirurgicale. Ce peptide joue-t-il un rôle dans la maladie post-opératoire?

Nous avons examiné la glutathionémie chez des malades opérés pour appendicectomie et pour hystérectomie. Une première prise de sang était faite 48 heures avant l'opération, puis les 1er, 3e, 5e et 8e jours après. Le dosage du glutathion était effectué suivant la méthode de Binet et Weller [3].

Les produits chimiques utilisés pour obtenir la narcose étaient :

l'éther, le cyclopropane	pour l'anesthésie	générale,
la scurocaïne, rénaleptine	»	rachidienne,
la novocaïne	»	locale.

Appendicectomies. — Les malades observés, âgés de 20 à 30 ans, furent opérés, soit pour appendicite chronique, soit pour appendicite aiguë.

1° *Anesthésie à l'éther : a. Appendicite chronique.* — Malades 8-12-56-91. La diminution a été de 8 à 10 % au premier jour avec retour immédiat à la normale.

Si nous considérons le malade 8, dont la baisse infime enregistrée fut de 3 %, nous remarquons que la valeur initiale, soit 0^g^,240, était légèrement inférieure à la moyenne normale.

b. Appendicite aiguë. — Malades 67-84. Ces deux opérés à suites opératoires normales ont donné des courbes semblables à celles des appendicites chroniques, soit une diminution de 8 à 11 % du taux initial.

---

(1) Séance du 16 septembre 1940.

(2) Morel, Gate et Dorche, *C. R. Soc. Biol.*, 108, 1931, p. 899.

(3) *Soc. Ch. Biol.*, 18, 1936, p. 359.

2° *Anesthésie au cyclopropane.* — Malades 17-79-87. Nous rencontrons ici une variation un peu plus accentuée, soit respectivement 15%-17%-15%. Nous noterons que la valeur de la leucocytose avant opération ne semble pas avoir une influence : le malade 87 avait 16000 G. B. et le malade 79, qui accuse une baisse un peu plus forte, en possédait 4600.

3° *Anesthésie locale.* — Malades 41-47. La baisse du glutathion est infime dans ces deux cas, soit environ 5%. Cette anesthésie, dans la série des appendicectomies, paraît être celle qui entraîne le moindre choc, du point de vue que nous envisageons ici.

Hystérectomies. — Les malades, âgées de 30 à 40 ans, furent opérées pour hystérectomie totale ou sub-totale.

1° *Anesthésie à l'éther.* — Malades 1-3-76. Le taux du glutathion au premier jour est de 22 à 30% inférieur à celui noté avant intervention. Cette diminution est double de celle enregistrée pour les appendicectomies à l'aide du même anesthésique.

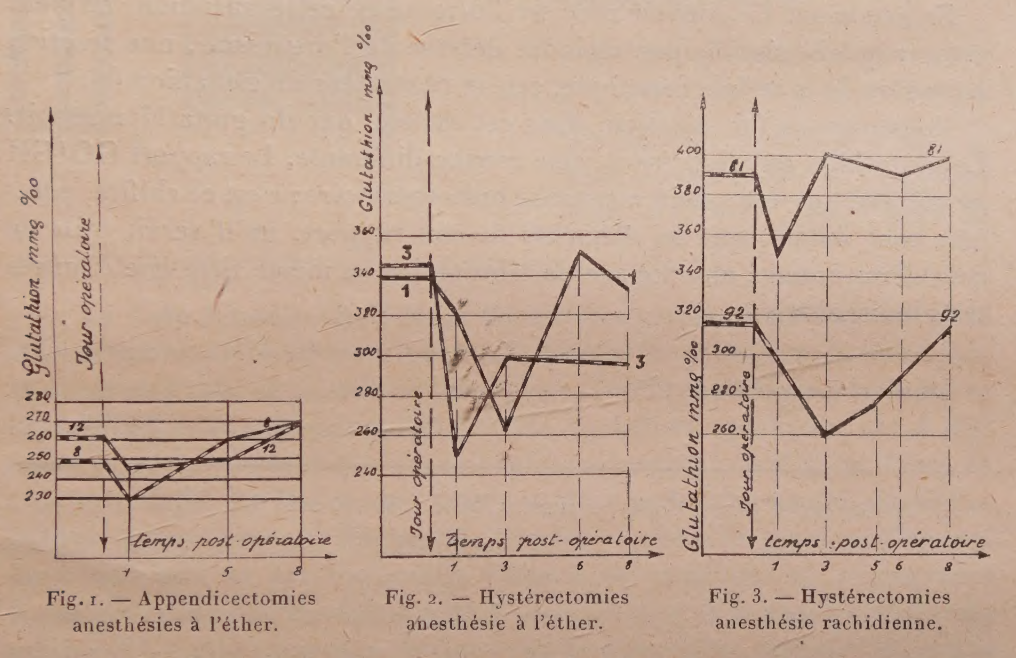


Fig. 1. — Appendicectomies anesthésies à l'éther.

Fig. 2. — Hystérectomies anesthésie à l'éther.

Fig. 3. — Hystérectomies anesthésie rachidienne.

2° *Anesthésie au cyclopropane.* — Malades 24-39-85. Les chiffres obtenus représentent une baisse de glutathion un peu moins accentuée, moyenne 22%, que lors de l'emploi de l'éther, si l'on excepte la malade 85, qui, à l'origine, avait une leucocytose supérieure à la normale, soit 13700 G. B. et qui, de plus, a présenté une température au delà de 38° du 2[e] au 8[e] jour post-opératoire.

3° *Anesthésie rachidienne.* — Malades 81-83-92. Les valeurs de glutathionémie le moins modifiées se rencontrent dans cette série : 19% restant néanmoins un chiffre assez élevé.

En conclusion, nous pouvons dire que la baisse du glutathion sanguin

est un facteur constant après intervention chirurgicale, au même titre qu'il existe une hyperglycémie, une modification de la réserve alcaline, des éléments chlorés.

Il ressort que cette diminution varie de 5 à 18 % dans les appendicectomies et de 15 à 35 % dans les hystérectomies.

Il faut rechercher l'explication de cette discordance parmi les différents facteurs qui entrent en ligne de compte dans le choc opératoire. La grandeur du traumatisme imposé joue, certainement, un rôle important : la différence de durée de l'intervention n'est pas négligeable : 8 à 10 minutes pour les appendicectomies et de 25 à 35 minutes pour les hystérectomies (temps exactement notés à chaque intervention).

En attendant de pouvoir préciser l'origine de cette variation, on peut assurer qu'elle signifie une moindre défense de l'organisme, une réaction passagère de la cellule hépatique, centre régulateur du glutahion ([4]).

Nous n'avons fait mention, dans cet exposé, que du glutathion réduit. Le glutathion oxydé présente une courbe différente. Le rapport GO/GR ne possède pas une valeur constante post-opératoire; c'est ce chiffre, peut-être tout autant que les éléments de son rapport, qu'il serait utile de considérer comme une donnée de laboratoire au même titre que d'autres tests indispensables.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

([4]) A. Gosset et Binet, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 206.